

SEMICONDUCTOR LASER MODULE

Publication number: JP3120884

Publication date: 1991-05-23

Inventor: AOKI SATOSHI; KANAMORI MITSUMASA

Applicant: HITACHI LTD

Classification:

- international: **G02B6/42; H01S5/00; G02B6/42; H01S5/00; (IPC1-7):**
G02B6/42; H01S3/18

- European: G02B6/42C3; G02B6/42C7

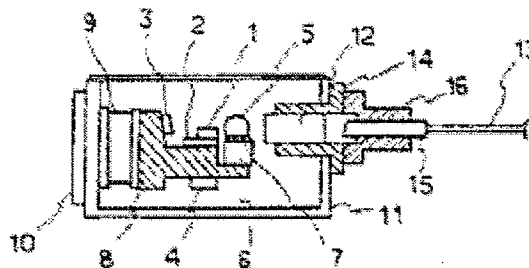
Application number: JP19890257853 19891004

Priority number(s): JP19890257853 19891004

Report a data error here

Abstract of JP3120884

PURPOSE:To reduce generation of heat stress and to hold stable optical coupling efficiency by forming heat expansion coefficient difference of a holding member and a converging means at a specified value or below. **CONSTITUTION:**A stem 8 has a copper tungsten alloy property which is equivalent to a holding member. A semiconductor laser 1 to project laser light is mounted on a submount 2. A plate 6 of copper tungsten alloy (or ceramic) property to bond and fix a spherical lens 5 to collect laser light from the laser 1 by a low melting point glass 7, a monitoring photodiode 3 to monitor laser light projection, and a temperature detecting element 4 to detect a temperature of the stem 8 are mounted on one side of the stem 8 and a cooling side of a heat electron cooling element 9 is connected to the other thereof. The spherical lens 5 and the plate 6 are coupled by using a low melting point glass whose thermal expansion coefficient is approximately equal to them. A heat expansion coefficient difference is restrained not more than $1 \times 10^{-4} / \text{deg.C}$.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

JP3-120884A

(Partial Translation)

The stem 8, which serves as a retention member,
5 is made of a copper-tungsten alloy. Mounted on one side of
the stem 8 are a semiconductor laser 1 for emitting laser
light by application of an electrical current, which is
mounted on a submount 2 made of SiC having a high thermal
conductivity, a ball lens 5 for condensing the laser light
10 from the laser 1, a copper-tungsten alloy (or ceramics)-
made flat plate 6 on which the lens 5 is bonded and fixed
by a low melting point glass 7, a monitoring photo diode 3
for monitoring laser light emission, and a temperature
detection element 4 for detecting a temperature of the stem
15 8. And, on the other side of the stem 8, a cooling side of
a thermionic cooling element 9 is connected. Further, a
flange 10 for attachment to an outside heat sink (not
shown) is attached to a heat dissipation side of the
thermionic cooling element 9.

⑫ 公開特許公報(A) 平3-120884

⑤ Int. Cl.⁵H 01 S 3/18
G 02 B 6/42

識別記号

庁内整理番号

6940-5F
7132-2H

④ 公開 平成3年(1991)5月23日

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全5頁)

⑤ 発明の名称 半導体レーザモジュール

② 特 願 平1-257853

② 出 願 平1(1989)10月4日

⑦ 発 明 者 青 木 聡 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株式会社日立製作所戸塚工場内

⑦ 発 明 者 金 森 充 正 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株式会社日立製作所戸塚工場内

⑦ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑦ 代 理 人 弁理士 秋本 正実

明 細 書

1. 発明の名称

半導体レーザモジュール

2. 特許請求の範囲

(1) レーザ光を照射する半導体レーザ及び該半導体レーザからのレーザ光を集光して外部に出力する集光手段とを備える半導体レーザモジュールにおいて、前記半導体レーザ及び集光手段とを保持する保持部材と該保持部材と集光手段とを接着する接着手段の熱膨張係数差を 1×10^{-4} 以下に形成したことを特徴とする半導体レーザモジュール。

(2) レーザ光を照射する半導体レーザ搭載するステムと、該半導体レーザからのレーザ光を集光する球レンズと、該球レンズをステム上に搭載する平板と、該平板と球レンズとを接着固定する接着固定手段とを備え、前記半導体レーザからのレーザ光を球レンズにより集光して外部に出力する半導体レーザモジュールにおいて、前記ステムと球レンズと平板と接着固定手段と

の熱膨張係数差をほぼ 1×10^{-4} 以下に形成したことを特徴とする半導体レーザモジュール。

(3) レーザ光を照射する半導体レーザと、該半導体レーザからのレーザ光を集光して外部に出力する先球光ファイバーと、前記半導体レーザを搭載し且つ先球光ファイバーを接着固定手段により接着固定するステムとを備える半導体レーザモジュールにおいて、前記ステムと先球光ファイバーと接着固定手段との熱膨張係数差をほぼ 1×10^{-4} 以下に形成したことを特徴とする半導体レーザモジュール。

(4) 請求項2又は請求項3記載の半導体レーザモジュールにおいて、前記ステムが銅タングステン合金により形成され、前記平板がセラミック又は銅タングステン合金により形成され、接着固定手段が低融点ガラスにより形成されていることを特徴とする半導体レーザモジュール。

3. 発明の詳細な説明

[発明の利用分野]

本発明は光通信システム用光送受器に好適な半

導体レーザモジュールに係り、特に光結合効率を安定に保つことができる半導体レーザモジュールに関する。

〔従来の技術〕

従来技術による半導体レーザモジュールは、特開昭64-10686号公報に記載されている様に、電流印加によりレーザ光を発生する半導体レーザ及び球レンズを銅タングステン等から成るステムにハンダ付けにより接着固定し、該半導体レーザから発するレーザ光を球面レンズを介して光ファイバに結合された集束レンズに出射する様に構成されている。

また一般に、前記球面レンズと銅タングステン合金性のステムとの熱膨張係数とはほぼ同じであるが、これらとハンダとでは 10^{-4} 倍の差がある。

〔発明が解決しようとする課題〕

前述の従来技術による半導体レーザモジュールは、球面レンズと銅タングステン合金性のステムとこれらを固定するハンダとの熱膨張係数差が大きいため、繰返しの温度変化が加わった場合、繰

とを備える半導体レーザモジュールにおいて、前記ステムと球レンズと平板と接着固定手段との熱膨張係数差をほぼ 1×10^{-4} 以下に形成したことを第2の特徴とする。

更に本発明は、半導体レーザからのレーザ光を集光して出力する先球光ファイバ及び該半導体レーザを搭載し且つ先球光ファイバを接着固定手段により接着固定するステムとを備える半導体レーザモジュールにおいて、前記ステムと先球光ファイバと接着固定手段との熱膨張係数差をほぼ 1×10^{-4} 以下に形成したことを第3の特徴とする。

本発明は、前記第2又は第3の特徴の半導体レーザモジュールにおいて、前記ステムが銅タングステン合金により形成され、前記平板がセラミック又は銅タングステン合金により形成され、接着固定手段が低融点ガラスにより形成されていることを第4の特徴とする。

〔作用〕

前記第1の特徴である半導体レーザモジュール

返し熱応力が発生し、ハンダ付け部に強度劣化及び微小位置ズレが発生し、光結合率の変動を招くと言う不具合があった。

本発明の目的は前記従来技術による不具合を除去することであり、光結合効率を安定に保つことができる半導体レーザモジュールを提供することである。

〔課題を解決するための手段〕

前記目的を達成するために本発明は、レーザ光を照射する半導体レーザ及び該半導体レーザからのレーザ光を集光して外部に出力する集光手段とを備える半導体レーザモジュールにおいて、前記半導体レーザ及び集光手段とを保持する保持部材と該保持部材と集光手段を接着する接着手段の熱膨張係数差を 1×10^{-4} 以下に形成したことを第1の特徴とする。

また本発明は、半導体レーザ搭載するステムと、該半導体レーザからのレーザ光を集光する球レンズと、該球レンズをステム上に搭載する平板と、該平板と球レンズとを接着固定する接着固定手段

は、保持部材と集光手段と接着固定手段との熱膨張係数差をほぼ 1×10^{-4} 以下に形成したことにより、光結合路を構成する各部品の熱膨張係数差に起因する熱応力の発生を減少して光結合効率を安定に保つことができる。

第2の特徴である半導体レーザモジュールは、ステムと球レンズと平板と接着固定手段との熱膨張係数差をほぼ 1×10^{-4} 以下に形成したことにより、光結合路を構成する球レンズ、ステム、平板乃至接着固定手段の熱膨張係数差による熱応力の発生を減少して光結合効率を安定に保つことができる。

前記第3の特徴である半導体レーザモジュールは、前記ステムと先球光ファイバと接着固定手段との熱膨張係数差をほぼ 1×10^{-4} 以下に形成したことにより、ステム及び該ステムに先球光ファイバを接着固定する接着固定手段との熱応力発生を減少して光結合効率を安定に保つことができる。

第4の特徴である半導体レーザモジュールは、前記第2又は第3の特徴の半導体レーザモジュール

ルにおいて前記ステムを銅タングステン合金、前記平板をセラミック又は銅タングステン合金、接着固定手段を低融点ガラスにより形成することにより、熱膨張係数差の極めて少ない光結合路を構成し、熱応力の発生を減少して光結合効率を安定に保つことができる。

[実施例]

以下、本発明による半導体レーザモジュールの一実施例を図面を用いて詳細に説明する。

第1図は本実施例による半導体レーザモジュールの構成を示す図であり、このモジュールは大別して、レーザ光を照射する半導体レーザ1を一端に搭載し他端に該レーザ1を冷却する熱電子冷却素子9に接続するステム8と、前記半導体レーザ1からの出射光を集光する集束性ロッドレンズ12等を搭載する保持部品14及び15と、これらステム8及び保持部品14、15を密閉的に覆うパッケージ11とから構成される。

前記ステム8は保持部材に相当する銅タングステン合金性であって、高熱伝導率をもつSiCか

また前記保持部品14及び15は球レンズ5からのレーザ光を集束する様に外周面にメタライズされた集束性ロッドレンズ12を保持し、ロッドレンズ12からのレーザ光をフェルルール15を介して入力する光ファイバ13とを同軸上に保持する様にパッケージ11にレーザ溶接又はロウ付けされている。

前記光結合された光学部品の位置関係は第2図に示す如くステム8上に配置された半導体レーザ1及び球レンズ5、集束性ロッドレンズ12、光ファイバ13が一直線上に光結合されるものであり、これら光学部品の結合路上の位置ズレ量による結合損失劣化量は各部品によって異なる。

この位置ズレ量と結合損失劣化量の関係は第3図に示す如く、半導体レーザ1に対する球レンズ5の僅かな位置ズレによって劣化量が急速に増大する特性A、該特性Aに次いで劣化量の大きい半導体レーザ1に対する集束性ロッドレンズ12との位置ズレによる特性B、該特性Bに次いで劣化量の大きい半導体レーザ1に対する光ファイバ1

ら成るサブマウント2に搭載されて電流印加によりレーザ光を出射する半導体レーザ1と、該レーザ1からのレーザ光を集中するための球レンズ5と、該レンズ5を低融点ガラス7によって接着固定する銅タングステン合金（またはセラミック）性の平板6と、レーザ光出射をモニタするためのモニタ用フォトダイオード3と、ステム8の温度を検出する温度検出素子4とを一方に搭載し、他方に熱電子冷却素子9の冷却側を接続している。またこの熱電子冷却素子9は放熱側に外部のヒートシンク（図示せず）に取り付けるためのフランジ10が取り付けられている。

前記球レンズ5を接着固定する低融点ガラス7の熱膨張係数は $7.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ であり、平板6の熱膨張係数は銅タングステン合金の場合、 $6.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、セラミックの場合、 $6.7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ である。また球レンズ5の熱膨張係数は材質がBK-7の場合、 $8.7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、材質がTaF-3の場合、 $7.9 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ である。

3との位置ズレによる特性C、ステム8に搭載され一体となった半導体レーザ1と球レンズ5の集束性ロッドレンズ12に対する位置ズレの許容幅が大きい特性Dとなる。

即ち本半導体レーザモジュールにおける光学部品の結合路上の位置ズレ量と劣化量との関係は、前記特性Aで示す半導体レーザ1に対する球レンズ5、即ちレーザ光の集光手段との位置ズレが最も結合損失劣化を招くことが判る。

前述の従来技術による半導体レーザモジュールは、球レンズと平板との結合を熱膨張係数が $2.65 \times 10^{-2}/^{\circ}\text{C}$ （PbとSnの比が60対40のハンダ）乃至 $2.87 \times 10^{-2}/^{\circ}\text{C}$ （PbとSnの比が90対10のハンダ）と球レンズ及び平板と大きく異なるハンダを使用した場合、この熱膨張係数が約 10^4 倍の差があるため、半導体レーザモジュールの保存温度の上下限度値である $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ の温度サイクル試験を行なった場合、該熱膨張係数差により熱応力がハンダ結合部に加わり、応力疲労による強度

劣化や微小クラックが生じて前記位置ズレによって結合損失が増大していた。

本実施例による半導体レーザモジュールは、前記球レンズ5と平板6との結合を、これらと熱膨張係数がほぼ等しい低融点ガラス（熱膨張係数が $7.9 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 乃至 $8.7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）を用いて結合しているため、熱膨張係数差が $1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下に抑えられて前記熱応力を $1/10^{-4}$ 以下に低減することができる。このため本実施例による半導体レーザモジュールは球レンズ5と平板6との位置ズレを低減して結合損失劣化量を減少することができる。尚、前記低融点ガラス7は球レンズ5を平板6に接着固定する接着固定手段に相当する。

第4図は本発明の他の実施例による半導体レーザモジュールを示す図であり、半導体レーザ1との光結合に先球光ファイバー17を適用した例である。この先球光ファイバー17はその球形状の先端が前記実施例の球レンズと同様な集光手段に相当する働きをしてレーザ光を内部に導入するも

との光結合路を確保した状態で成形鉛ガラス粉末7'をYAGレーザ光を照射して熔融することにより、該ファイバー17の接着固定及び半導体レーザ1の気密封止が行なわれている。

従って本実施例実施例による半導体レーザモジュールは、光ファイバ17、成形鉛ガラス粉末7'及びステム8の熱膨張係数差が $1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下に抑えられるため、該熱膨張係数差による熱応力疲労による強度劣化や微小クラックを防止して位置ズレによる結合損失の増大を防止することができる。尚、前記低融点ガラス7'は先球光ファイバー17をステム8に接着固定する接着固定手段に相当するものである。

[発明の効果]

以上述べた如く本発明による第1の特徴による半導体レーザモジュールは、保持部材と集光手段と平板と接着固定手段との熱膨張係数差をほぼ 1×10^{-6} 以下に形成したことにより、各構成部品の熱膨張係数差に起因する熱応力の発生を減少して光結合効率を安定に保つことができる。

のである。

即ち本実施例による半導体レーザモジュールは第4図に示す様に大別して、レーザ光を照射する半導体レーザ1、温度検出素子4及びモニタ用フォトダイオード3を搭載し且つ、前記先球光ファイバー17を貫通孔18内に成形鉛ガラス粉末7'によって接着固定したステム8'と、該ステム8'の後端に接する熱電子冷却素子9の放熱側を外部のヒートシンク（図示せず）と接続する様に接着固定すると共に、先球光ファイバー17を貫通孔19に成形鉛ガラス粉末7'によって接着固定するパッケージ11とから構成される。

前記ステム8は前記実施例同様に銅タングステン合金性であって、サブマウント2も高熱伝導率をもつSiCから構成されている。またパッケージ11は熱膨張係数が $6.2 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ のコパールにより製造されている。

この半導体レーザモジュールは、先球光ファイバー17をパッケージ11の貫通孔19及びステム8'の貫通孔18に貫通させて半導体レーザ1

第2の特徴による半導体レーザモジュールは、ステム、平板、乃至接着固定手段との熱膨張係数差をほぼ 1×10^{-6} 以下に形成したことにより、光結合路を構成する球レンズ、ステム、平板乃至接着固定手段の熱膨張係数差による熱応力の発生を減少して光結合効率を安定に保つことができる。

第3の特徴による半導体レーザモジュールは、前記ステムと先球光ファイバーと接着固定手段との熱膨張係数差をほぼ 1×10^{-6} 以下に形成したことにより、ステム及び該ステムに先球光ファイバを接着固定する接着固定手段との熱応力発生を減少して光結合効率を安定に保つことができる。

更に第4の特徴による半導体レーザモジュールは、前記第2又は第3の特徴の半導体レーザモジュールにおいて前記ステムを銅タングステン合金、前記平板をセラミック又は銅タングステン合金、接着固定手段を低融点ガラスにより形成することにより、熱膨張係数差の極めて少ない光結合路を構成して熱応力の発生を減少し、光結合効率を安定に保つことができる。

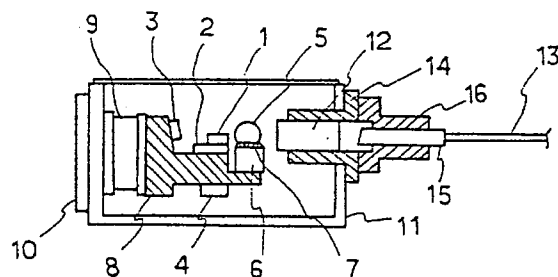
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例による半導体レーザーモジュールを示す図、第2図は該半導体レーザーモジュールの光結合路の位置関係を示す図、第3図はこの位置関係のズレ量による結合損失劣化量を説明するための図、第4図は本発明の他の実施例による半導体レーザーモジュールを示す図である。

- 1: 半導体レーザー、2: サブマウント、
 3: モニタ用フォトダイオード、
 4: 温度検出素子、5: 球レンズ、
 6: 平板、7: 低融点ガラス、8: ステム、
 9: 熱電子冷却素子、10: フランジ、
 11: パッケージ、12: 集束性ロッドレンズ、
 13: 光ファイバ、14: 保持部品、
 15: フェルール、16: 保持部品、
 17: 先球光ファイバ、18及び19: 貫通孔、
 20: 孔、7': 成形鉛ガラス粉末、
 8': ステム。

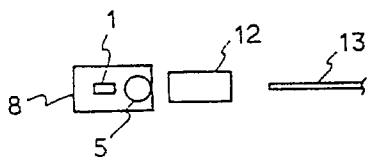
特許出願人 株式会社日立製作所
 代理人 弁理士 秋 本 正 実

第 1 図

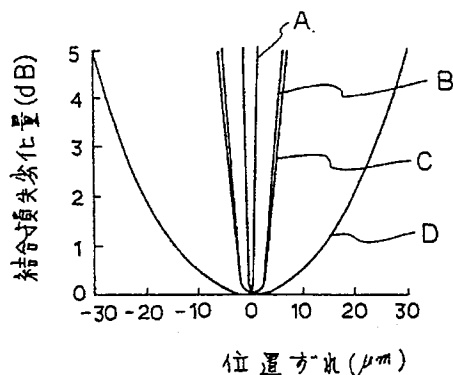


- | | | |
|-----------------|---------------|-----------|
| 1: 半導体レーザー | 7: 低融点ガラス | 13: 光ファイバ |
| 2: サブマウント | 8: ステム | 14: 保持部品 |
| 3: モニタ用フォトダイオード | 9: 熱電子冷却素子 | 15: フェルール |
| 4: 温度検出素子 | 10: フランジ | 16: 保持部品 |
| 5: 球レンズ | 11: パッケージ | |
| 6: 平板 | 12: 集束性ロッドレンズ | |

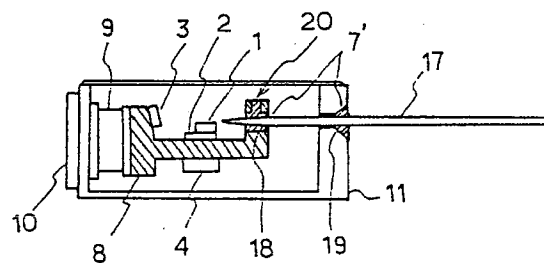
第 2 図



第 3 図



第 4 図



- | | | |
|-----------------|-------------|--------------|
| 1: 半導体レーザー | 8': ステム | 20: 孔 |
| 2: サブマウント | 9: 熱電子 | 7': 成形鉛ガラス粉末 |
| 3: モニタ用フォトダイオード | 10: フランジ | |
| 4: 温度検出素子 | 11: パッケージ | |
| 5: 球レンズ | 17: 先球光ファイバ | |
| 8: ステム | 18, 19: 貫通孔 | |